

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : <p style="text-align: center;">G10K 11/172</p>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/50905 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. November 1998 (12.11.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH98/00135 (22) Internationales Anmeldedatum: 9. April 1998 (09.04.98) (30) Prioritätsdaten: 1070/97 7. Mai 1997 (07.05.97) CH (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): RIETER AUTOMOTIVE (INTERNATIONAL) AG [CH/CH]; Seestrasse 15, CH-8702 Zollikon (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VAN LIGTEN, Robert, H. [US/CH]; Hochstrasse 65, CH-8044 Zürich (CH). (74) Anwalt: RITSCHER & SEIFERT; Kreuzstrasse 82, CH-8032 Zürich (CH).	(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: METHOD FOR SELECTIVELY CONTROLLING SOUND RADIATION

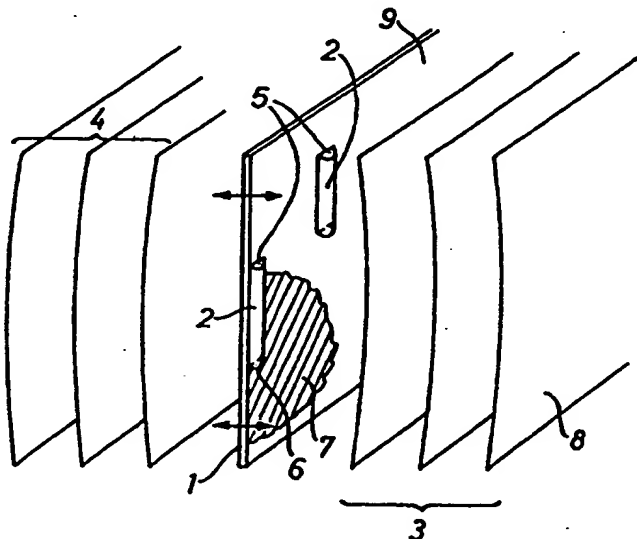
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SELEKTIV KONTROLLIERTEN SCHALLABSTRAHLUNG

(57) Abstract

The invention relates to a method for selectively controlling the sound field (3) radiated from an active sound source (1) by means of several $\lambda/4$ resonators (2), i.e. to prevent sound radiation of a predetermined frequency f_0 . To this end, several $\lambda/4$ resonators (2) are so fitted to the active sound source (1) that their openings (6) are adjacent to the surface (9) of the sound source (1). The air pressure fluctuations and air currents produced by the active sound source (1) on its surface (9) interact with the openings (6) of the $\lambda/4$ resonators (2). Predetermined frequencies f_0 are eliminated from the radiated sound field by appropriate selection of the $\lambda/4$ resonators.

(57) Zusammenfassung

Das vorliegende Verfahren sieht vor, das von einer aktiven Schallquelle (1) abgestrahlte Schallfeld (3) mittels mehrerer $\lambda/4$ -Resonatoren (2) selektiv zu kontrollieren, d.h. die Schallabstrahlung einer vorgegebenen Frequenz f_0 zu verhindern. Dazu werden auf die aktive Schallquelle (1) mehrere $\lambda/4$ -Resonatoren (2) derart angebracht, dass deren Mündungsöffnungen (6) zur Oberfläche (9) der Schallquelle (1) benachbart liegen. Die von der aktiven Schallquelle (1) erzeugten Luftdruckschwankungen und Luftströmungen auf der Oberfläche (9) dieser Schallquelle (1) treten in Wechselwirkung mit den Mündungsöffnungen (6) der $\lambda/4$ -Resonatoren (2). Durch geeignete Wahl der $\lambda/4$ -Resonatoren (2) werden vorgegebene Frequenzen f_0 aus dem abgestrahlten Schallfeld eliminiert.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zur selektiv kontrollierten Schallabstrahlung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven Verhin-
5 derung der Abstrahlung mindestens einer vorgegebenen Fre-
quenz f_0 eines von einer aktiven Schallquelle (1) abge-
strahlten Schallfeldes (3) sowie eine Vorrichtung dafür.

Es ist das allgemeine Bestreben der modernen Fahrzeug- und
10 Maschinenindustrie, die von den Fahrzeugen oder Maschinen
erzeugten Geräusche zu eliminieren oder wenigstens zu ver-
ringern. Dazu werden heute die Karosserie- resp. Gehäuse-
teile mit einer Schallisolation versehen, welche in der
Regel in Form eines Feder-Masse-Systems aufgebaut sind. Bei
15 diesen Systemen wird an das lärmerzeugende Karosserie- oder
Gehäuseteil eine Deckschicht mit relativ hohem Flächenge-
wicht (eine Schwerschicht aus Septum®, o.dgl.) federnd
aufgebracht. Als Federsysteme, resp. Vibrationsentkoppler
werden gummielastische Materialien, Vliese oder Schäume
20 verwendet. Solche Feder-Masse-Systeme können in stark
verschmutzenden Umgebungen nur beschränkt eingesetzt werden
und erhöhen das Gewicht der Karosserie- und Gehäuseteile in
unerwünschter Weise.

In der WO 96/23294 (deren Inhalt explizit Bestandteil der
vorliegenden Anmeldung sein soll) ist deshalb ein schall-
absorbierendes System beschrieben worden, welches aus einer
Vielzahl röhrenchenförmiger Resonatoren aufgebaut ist. Die
Schallöffnungen dieser Resonatoren grenzen an eine gemein-
30 same Fläche und sind derart angeordnet, dass die von dieser
Fläche reflektierten Schallwellen mit den von den einzelnen
Röhrrchen um eine halbe Wellenlänge phasenverschobenen
Schallwellen in einem möglichst grossen Flächenbereich, im
folgenden auch Wechselwirkungszone genannt, destruktiv
35 interferieren. Um eine gute Absorption in einem möglichst
breiten Frequenzbereich zu erzielen, wird in dieser WO
96/23294 vorgeschlagen, mehrere Resonatoren mit

unterschiedlicher Länge, d.h. mit unterschiedlicher Resonanzfrequenz ineinander verschachtelt anzuordnen.

Es ist das Ziel all dieser Vorrichtungen, ein störendes, d.h. bereits bestehendes Schallfeld in einem breiten Frequenzbereich Δf von bspw. 200 - 6000 Hz wirksam zu reduzieren.

Demgegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Schallabstrahlung eines schwingenden und/oder vibrierenden flächigen Bauteils, d.h. einer aktiven Schallquelle, selektiv zu beeinflussen und insbesondere die primäre Schallabstrahlung einer vorbestimmten Schallfrequenz f_0 selektiv zu verhindern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch das Verfahren gemäss Anspruch 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

Das erfindungsgemässe Verfahren sieht vor, direkt auf einer flächigen Schallquelle, in der Regel eine Verkleidung, wie bspw. eine flächige Abschirmung, eine Träger- oder Gehäuseplatte resp. eine Maschinenkapselung oder -wandung angebrachte und in geeigneter Weise dimensionierte und gestaltete $\lambda/4$ -Resonatoren zu verwenden, so dass die gewünschte Wellenlänge nicht im abgestrahlten Schallfeld auftritt. In angeregtem Zustand schwingt oder vibriert die flächige Schallquelle und emittiert ein der Anregungsfrequenz, seinen Konturen und seiner Beschaffenheit entsprechendes vorgegebenes Frequenzspektrum. Durch die schwingende Schallquelle werden einerseits auf deren Oberfläche Druckschwankungen und Luftströmungen erzeugt, die als hörbares Schallfeld in die Umgebung abgestrahlt werden. Andererseits bilden sich gleichzeitig in den $\lambda/4$ -Resonatoren stehende Wellen aus, die mit den auf der Oberfläche erzeugten Luftströmungen wechselwirken. Insbesondere werden dadurch im Mündungsbereich der $\lambda/4$ -Resonatoren Luftdruckschwankungen ausgeglichen, deren Frequenzen der Wellenlänge λ entspre-

chen. Eine Abstrahlung von Schallwellen mit dieser Wellenlänge λ resp. Frequenz f wird dadurch verhindert.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung zur Durchführung des
5 Verfahrens umfasst mehrere direkt auf der Schallquelle
angeordnete $\lambda/4$ -Resonatoren, deren Mündungsöffnungen an die
gemeinsame Schallquellenoberfläche angrenzen. In einer
bevorzugten Ausführungsform weisen diese $\lambda/4$ -Resonatoren
10 gleiche Länge auf und sind derart angeordnet, dass deren
Mündungsöffnungen um mindestens den Radius der Wechselwirkungszone, jedoch nicht mehr als das Doppelte dieses Radius
voneinander beabstandet sind. Als Faustregel gilt, dass die
Fläche der Wechselwirkungszone etwa in der Grössenordnung
vom 15- bis 25-fachen der Querschnittsfläche des $\lambda/4$ -Reso-
15 nators liegt.

Die Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens liegen in
der Einfachheit der Hilfsmittel, die bei der praktischen
Anwendung zu kostengünstigen Ausführungsformen führt.
20 Insbesondere können damit störende Schallquellen mit einem
vorgegebenen schmalen Frequenzbereich Δf praktisch ausge-
schaltet werden. Dieses Verfahren eignet sich besonders für
die Lärmreduktion von gleichlaufenden Maschinen wie bspw.
elektrischen Transformatoren oder konstant laufenden An-
25 triebseinheiten jeder Art. Als besonders vorteilhaft zeigt
sich dessen Anwendung bei Spinnereimaschinen oder Turbinen,
die Geräusche vorwiegend in einem bestimmten Frequenzbe-
reich abstrahlen, also Pfeiffgeräusche, ein Sirren oder
Brummen erzeugen. Insbesondere kann mit der vorliegenden
30 Erfindung dem bei herkömmlichen Isolationsanordnungen
auftretenden Resonanzeinbruch durch die selektive Verhinde-
rung der Schallabstrahlung der Resonanzfrequenz wirksam
begegnet werden.

35 Im folgenden soll die Erfindung anhand der Figuren näher
erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Erläuterung der Wirkungsweise des erfindungsgemässen Verfahrens;

5 Fig. 2 ein Diagramm des frequenzabhängigen Schalldrucks eines von einer erfindungsgemässen Vorrichtung abgestrahlten Schallfeldes.

Vorerst soll die Funktionsweise der erfindungsgemäss verwendeten $\lambda/4$ -Resonatoren näher erläutert werden. Es erweist sich als wichtig, dass die Öffnungen der $\lambda/4$ -Resonatoren 2 an einer gemeinsamen Fläche 9 liegen. Im folgenden soll mit Z_0 die charakteristische Impedanz der Luft bezeichnet werden. Die Schallimpedanz im Bereich des Bodens 5 wird im folgenden mit Z_T bezeichnet und umfasst in diesem vereinfachten Modell alle Schallenergieverluste im Innern des Resonators, (wobei Z_T proportional zum Qualitätsfaktor Q ist). Für eine vorgegebene Länge l und eine vorgegebenen Querschnittsfläche S_2 des $\lambda/4$ -Resonators 2 bildet sich auf der gemeinsamen Oberfläche 9 der Schallquelle 1 eine Wechselwirkungszone S_1 resp. 7 aus, in welcher die von der Schallquelle erzeugte Schallwelle mit der im Resonator 2 gebildeten stehenden Welle destruktiv interferiert. Diese Wechselwirkungszone S_1 resp. 7 ist auch als "äquivalente Absorptionsfläche" bekannt. Bei einer 100% Absorption wird im wesentlichen die Schallimpedanz im Bereich der Wechselwirkungszone S_1 der charakteristischen Impedanz Z_0 der Luft entsprechen. Setzt man ausserdem voraus, dass im Falle einer 100% Absorption im Mündungsbereich 6 der $\lambda/4$ -Resonatoren 2 der Schalldruck und der Teilchenfluss kontinuierlich sind, lässt sich folgende einfache Gleichung aufstellen:

$$S_1/S_2 = Z_T/Z_0.$$

35 Dies gilt, wie in der genannten WO 96/23294 dargestellt, nicht nur für senkrecht zur Fläche stehende Resonatoren,

sondern auch für an dieser Fläche anliegende Resonatoren. Wenn diese Gleichung nicht erfüllt ist, besteht keine 100% Absorption. Wenn man also eine Vorrichtung mit hohem Absorptionsvermögen konstruieren will, sind die Parameter S_1 , S_2 und Z_T nicht frei wählbar und müssen aufeinander abgestimmt werden. Darüberhinaus bestimmt die gewünschte Bandbreite des Frequenzgangs den Wert von Z_T . Für einen 84mm tiefen und 14mm Innendurchmesser aufweisenden $\lambda/4$ -Resonator mit einem Flächenverhältnis von $S_1/S_2 = 50$, weist der Frequenzgang, resp. die Absorptions-Charakteristik eine Bandbreite von lediglich 5.1% auf.

Es erweist sich als wünschenswert, Z_T und damit die Energieverluste im Resonator in kontrollierbarer Weise einstellen zu können. Dies kann durch das Einsetzen von weichen, d.h. viskoelastischen, geschlossenporigen Schäumen oder andere wärmetauschende Materialien im Bodenbereich der $\lambda/4$ -Resonatoren erzielt werden, wobei vom Fachmann alle Materialien gewählt werden können, welche bei hohen Druckschwankungen zu Energiedissipationen führen.

Nimmt man bspw. einen Resonator 2, für welchen das Flächenverhältnis $S_1/S_2 = 25$ ist, dann ergibt sich für eine 100% Absorption ein Impedanzverhältnis $Z_T/Z_0 = 25$. Da Z_0 der charakteristischen Impedanz der Luft entspricht, also einen Wert von ca. 400 Ns/m^3 aufweist, beträgt die erforderliche Schallimpedanz Z_T im Bodenbereich ca. $25 * 400 \text{ Ns/m}^3$. Leider sind derartig hohe Impedanzwerte heute nur schwierig zu realisieren.

In einer Weiterbildung des vorliegenden Verfahrens wird darüberhinaus von der Erkenntnis Gebrauch gemacht, dass bei der Resonanzfrequenz für das Impedanzverhältnis Z_T/Z_0 im Bodenbereich 5 und das Impedanzverhältnis $Z_0/Z_{\text{Münd}}$ im Mündungsbereich 6 folgende Beziehung gilt:

$$Z_T/Z_O = Z_O/Z_{Münd}$$

Dies führt zu der Einsicht, dass anstelle einer Erhöhung der Energieverluste im Bodenbereich 5 des $\lambda/4$ -Resonators 2, ebenso gut die Energieverluste im Mündungsbereich 6 desselben erhöht werden können.

Für obiges Beispiel, bei welchem $S_1/S_2 = 25$ gewählt worden ist, ergibt sich damit ein Impedanzverhältnis $Z_O/Z_{Münd} = 25$, resp. $Z_{Münd} = 1/25 * Z_O = 1/25 * 400 \text{ Ns/m}^3$. Dieser Wert entspricht etwa dem Strömungswiderstand, resp. der Schallimpedanz eines grobmaschigen Gitters (Fliegengitter) und kann damit in einfacher Weise, d.h. industriell realisiert werden.

Grundsätzlich könnte man jedoch an jeder Stelle des Resonators durch den Einbau geeigneter Luftströmungswiderstände die gewünschten Energiedissipationen herbeiführen.

Die in Figur 1 dargestellte flächige Schallquelle 1 trägt einen nach unten offenen $\lambda/4$ -Resonator 2, dessen Mündungsöffnung 6 unmittelbar an die flächige Schallquelle 1 angrenzt. Beim Schwingen der flächigen Schallquelle 1 werden Wellenfronten 8 gebildet, die beidseitig der Schallquelle 1 Druckwellenfelder 3 resp. 4 erzeugen. Gleichzeitig wird in den $\lambda/4$ -Resonatoren 2 eine stehende Welle ausgebildet mit einem Schalldruckmaximum im Bereich des Bodens 5 und mit einem Schalldruckminimum im Bereich der Mündungsöffnung 6. Im Bereich dieser Mündungsöffnung 6 sind die Strömungsgeschwindigkeiten der Luft am grössten. Die Frequenz dieser Luftströmungsschwankungen entspricht der Frequenz der im $\lambda/4$ -Resonator ausgebildeten stehenden Wellen. Die durch die aktive Schallquelle 1 erzeugten Luftdruckschwankungen interferieren in der Wechselwirkungszone 7 mit der am $\lambda/4$ -Resonatorboden 5 reflektierten Welle. Dabei kompensieren sich die phasenverschobenen Wellen. Demgegenüber wird das

Schallfeld 4 auf der Rückseite der in Figur 1 dargestellten Schallquelle 1 ungehindert abgestrahlt.

Wesentlich für die wirksame Funktionsweise des vorliegenden Verfahrens ist die Ausbildung von Bereichen, in denen ein destruktiver Wellenausgleich stattfindet. Die Ausdehnung dieser Bereiche, im folgenden Wechselwirkungszonen 7 genannt, hängt mit der jeweiligen Schallöffnungsfläche und dem Qualitätsfaktor der $\lambda/4$ Resonatoren zusammen. Für die optimale Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens ist also darauf zu achten, dass die einzelnen Wechselwirkungszonen möglichst flächendeckend verteilt sind und gleichzeitig nicht wesentlich überlappen.

Für eine flächige Schallquelle mit einem breitbandig abstrahlenden Frequenzbereich zeigt Figur 2 in schematischer Weise die Druckabhängigkeit der abgestrahlten Frequenzen. Dabei entspricht die Kurve 11 dem Verhalten eines Schallfelds 4, wie es von einer Schallquelle ohne $\lambda/4$ -Resonatoren abgestrahlt wird, während die Kurve 12 den frequenzabhängigen Verlauf eines Schallfeldes 3 darstellt, bei welchem die Abstrahlung der Frequenz f_0 erfindungsgemäss verhindert wurde. Aus dieser Figur 2 ist die Wirkungsweise des erfindungsgemässen Verfahrens deutlich erkennbar. Die selektive Abstrahlungsverhinderung, resp. Frequenzfilterung zeigt sich in dieser Darstellung als Einbruch in der Schalldruckverteilung des abgestrahlten Schallfelds für Schallwellen der Frequenz f_0 , welche der Resonanzfrequenz des aufgesetzten $\lambda/4$ -Resonators entspricht.

Die verwendeten $\lambda/4$ -Resonatoren lassen sich in einfacher Weise industriell fertigen. Insbesondere können diese in bekannter Weise extrudiert werden, bspw. als extrudierte Platten mit röhrenartigen Vertiefungen. Je nach Anwendungsbereich lassen sich diese Resonatoren auch mit Hilfe der Tiefzieh- oder Spritzgiesstechnik herstellen.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Luftströmung im Mündungsbereich der $\lambda/4$ -Resonatoren 2 und die Luftdruckschwankungen im Bodenbereich derselben kontrolliert. Dies kann bspw. durch die Verwendung von viscoelastischem Material im Bodenbereich und/oder eine luftströmungsbehindernde Gestaltung des Mündungsbereichs der $\lambda/4$ -Resonatoren 2 erreicht werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die Vorrichtung zur selektiven Verhinderung der Abstrahlung einer vorgegebenen Schallfrequenz ist in erster Linie für Anwendungen geeignet, in denen das störende und zu modifizierende Schallfeld durch einen besonderen und schmalen Frequenzbereich ausgezeichnet sind. Es versteht sich aber, dass sich das erfindungsgemässe Verfahren auch dazu eignet, mehrere Frequenzen und insbesondere ein Frequenzband mit einer gewissen Bandbreite aus einem bestimmten Schallfeld zu eliminieren, indem mehrere Sätze ineinander verschachtelter und/oder gruppenweise angeordneter $\lambda/4$ -Resonatoren verwendet werden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung eignet sich insbesondere für alle Maschinen, welche mit konstanter Geschwindigkeit laufen, d.h. Lärmquellen darstellen, die einen genau definierten schmalen Frequenzbereich aufweisen. Solche Maschinen können beispielsweise Getriebe, Zahnriemen oder Ventilatoren aufweisen. Die bevorzugte Anwendung der Erfindung ist bei Spinnereimaschinen, Turbinen, elektrischen Antrieben und Motoren, Transformatoren, Getrieben, etc. zu sehen.

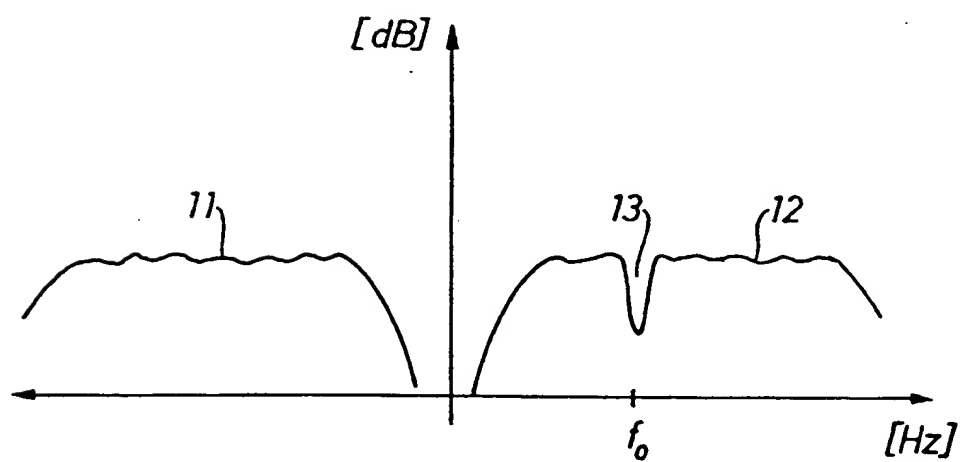
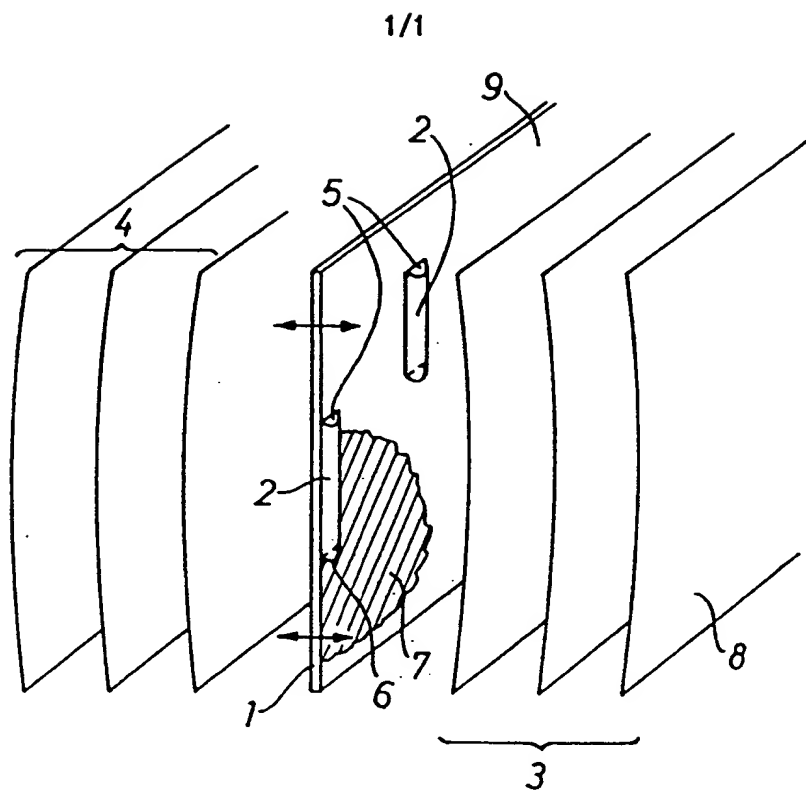
Ein besonderer Anwendungsbereich ist in der Fahrzeugakustik, insbesondere im Automobil- oder Eisenbahnbau, zu sehen. So kann diese erfindungsgemässe Vorrichtung in allen doppelwandigen Bauteilen, bspw. in den Fahrzeugtüren, Motorhauben, Hohlprofilen etc. eingefügt sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur selektiven Verhinderung der Abstrahlung
mindestens einer vorgegebenen Frequenz f_0 eines von
5 einer aktiven Schallquelle (1) abgestrahlten Schallfel-
des (3) mit Hilfe mehrerer auf der Schallquelle (1)
voneinander beabstandet angeordneten $\lambda/4$ -Resonatoren
(2), deren Mündungsöffnungen (6) zur Oberfläche (9) der
Schallquelle (1) benachbart liegen, welche $\lambda/4$ -Resona-
10 toren (2) die von der aktiven Schallquelle (1) erzeug-
ten Luftdruckschwankungen und Luftströmungen auf der
Oberfläche (9) dieser Schallquelle (1) im Bereich der
Wechselwirkungszonen (7) der $\lambda/4$ -Resonatoren (2) für
eine vorbestimmte Frequenz f_0 ausgleichen und damit in
15 diesem Bereich eine Schallabstrahlung mit dieser Fre-
quenz f_0 verhindern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
für jede Frequenz f_0 eine Vielzahl $\lambda/4$ -Resonatoren (2)
20 gleicher Länge verwendet wird, um die Abstrahlung eines
bestimmten Frequenzbandes Δf eines von der aktiven
Schallquelle (1) abgestrahlten Schallfeldes (3) selek-
tiv zu verhindern.
- 25 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die durch die aktive Schallquelle
(1) in den einzelnen $\lambda/4$ -Resonatoren (2) erzeugten
Luftströmungen im Mündungsbereich derselben gebremst
werden, um die Resonanzbreite der einzelnen $\lambda/4$ -Resona-
30 toren (2) zu beeinflussen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die durch die aktive Schallquelle
(1) in den einzelnen $\lambda/4$ -Resonatoren (2) erzeugten
35 Luftdruckschwankungen im Bodenbereich derselben ge-

dämpft werden, um die Resonanzbreite der einzelnen $\lambda/4$ -Resonatoren (2) zu beeinflussen.

5. Vorrichtung zur selektiven Verhinderung der Abstrahlung
5 mindestens einer vorgegebenen Frequenz f_0 eines von
einer aktiven Schallquelle (1) abgestrahlten Schall-
feldes (3), wobei auf der Schallquelle (1) mehrere
voneinander beabstandete $\lambda/4$ -Resonatoren (2) angeordnet
sind, deren Mündungsöffnungen (6) an die Oberfläche (9)
10 der Schallquelle (1) angrenzen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass die Mündungsöffnungen (6) der einzelnen $\lambda/4$ -Reso-
natoren (2) um mindestens den Radius der dazugehörigen
15 Wechselwirkungszonen (7) und um nicht mehr als das
Doppelte dieses Radius voneinander beabstandet sind,
wobei dieser Radius etwa $\lambda/4$ beträgt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch
20 gekennzeichnet, dass für jede der vorgegebenen Frequen-
zen f_0 mehrere auf der Schallquelle (1) angeordnete $\lambda/4$ -
Resonatoren (2) mit gleicher Länge vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch
25 gekennzeichnet, dass die einzelnen $\lambda/4$ -Resonatoren (2)
in ihrem Bodenbereich ein viscoelastisches und/oder
wärmetauschendes Material aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch
30 gekennzeichnet, dass die einzelnen $\lambda/4$ -Resonatoren (2)
in ihrem Mündungsbereich ein leicht luftströmungshem-
mendes Material aufweisen, dessen Luftströmungswider-
stand zwischen 5 bis 100 Ns/m³ liegt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 98/00135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G10K11/172

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 23294 A (RIETER AUTOMOTIVE INTERNATIONAL ; LIGTEN ROBERT H VAN (CH)) 1 August 1996 cited in the application see page 8, line 6 - line 17; figure 2 ----	1,5
A	EP 0 337 077 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 18 October 1989 see page 2, column 2, line 16 - line 47; figure 1 ----	1,5
A	NL 41 785 C (NICOLAAS CLAUDIUS GEY VAN PITTIIUS) 15 May 1937 see page 1, column 2, line 51 - page 2, column 2, line 70; figures 1-4 -----	1,5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 1998

Date of mailing of the international search report

04/08/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In: International Application No

PCT/CH 98/00135

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9623294 A	01-08-1996	CN 1173937 A EP 0806030 A	18-02-1998 12-11-1997
EP 0337077 A	18-10-1989	DE 3812224 A	26-10-1989
NL 41785 C		NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 98/00135

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G10K11/172

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G10K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 23294 A (RIETER AUTOMOTIVE INTERNATIONALA ; LIGTEN ROBERT H VAN (CH)) 1. August 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 8, Zeile 6 - Zeile 17; Abbildung 2	1,5
A	EP 0 337 077 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 18. Oktober 1989 siehe Seite 2, Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 47; Abbildung 1	1,5
A	NL 41 785 C (NICOLAAS CLAUDIUS GEY VAN PITTIUS) 15. Mai 1937 siehe Seite 1, Spalte 2, Zeile 51 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 70; Abbildungen 1-4	1,5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juli 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/08/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Joneses Aktenzeichen

PCT/CH 98/00135

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9623294 A	01-08-1996	CN 1173937 A EP 0806030 A	18-02-1998 12-11-1997
EP 0337077 A	18-10-1989	DE 3812224 A	26-10-1989
NL 41785 C		KEINE	